CHINA RAILWAY DESIGN CORPORATION
КОСТЕ РАЦИНА 16б, 11000 БЕОГРАД
САОБРАЋАЈНИ ИНСТИТУТ ЦИП д.о.о.
11000 БЕОГРАД, НЕМАЊИНА 6/IV
тел: 011/3618-134, факс: 011/3618-324,
web site: www.sicip.co.rs

## 2/3.1.19.2.1 НАСЛОВНА СТРАНА

**2/3 ПРОЈЕКАТ ДРУМСКИХ САОБРАЋАЈНИЦА**

| | |
|---|---|
| Инвеститор: | „Инфраструктура Железнице Србије“ а.д.<br>Немањина 6/4, Београд |
| Наручилац: | Конзорцијум фирми: China Railway International Corporation Ltd.<br>China Communication Construction Company Ltd. (CCCC) |
| Објекат: | Пруга Београд – Суботица - државна граница (Келебија), **ДЕОНИЦА ПРУГЕ НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА),** у Новом Саду, Кисачу, Степановићеву, Змајеву, Врбасу, Ловћенцу, Малом Иђошу, Бачкој Тополи, Жеднику, Наумовићеву и Суботици, К.О. Нови Сад I, К.О. Нови Сад IV, К.О. Кисач, К.О. Руменка, К.О. Степановићево, К.О. Ченеј, К.О. Бачко Добро Поље, К.О. Врбас, К.О. Врбас - град, К.О. Змајево, К.О. Куцура, К.О. Ловћенац, К.О. Мали Иђош, К.О. Фекетић, К.О. Бачка Топола, К.О. Бачка Топола - Град, К.О. Мали Београд, К.О. Биково, К.О. Доњи Град, К.О. Жедник, К.О. Нови Град, К.О. Палић, К.О. Стари Град, на катастарским парцелама према списку приложеном у Главној свесци |
| Врста техничке документације: | **ПГД-** Пројекат за грађевинску дозволу |
| Назив и ознака дела пројекта: | **2/3.1.19.2 Денивелација државног пута IIA реда бр. 100 – надвожњак на km 135+112.95 пруге, Приступни пут ТК објекту на km. 135+717.24 пруге - пројекат коловозне конструкције** |
| За грађење / извођење радова: | Нова градња |

| | |
|---|---|
| Пројектант: | China Railway Design Corporation Serbia Ogranak Beograd<br>Косте Рацина 16б<br>11000 Београд, Србија |
| Одговорно лице пројектанта: | Генерални директор:<br>耿欣 (Генг Ксин) |
| Потпис: | XIN GENG<br>Digitally signed by XIN GENG<br>DN: c=CN, 2.5.4.97=MB:RS-29507694, 2.5.4.97=VATRS-110796671, o=CHINA RAILWAY DESIGN CORPORATION SERBIA OGRANAK BE, serialNumber=CA:RS-44102, serialNumber=PASCN-PE2112022, sn=GENG, givenName=XIN, cn=XIN GENG<br>Date: 2021.07.20 13:51:50 +02'00' |
| Одговорни пројектант: | Бојан Ратковић, дипл. грађ. инж.<br>Лиценца број: 315 И00636 19 |
| Потпис: | Bojan Ratković<br>Digitally signed by Bojan Ratković<br>DN: c=RS, serialNumber=CA:RS-28122, serialNumber=PNORS-1203983710168, sn=Ratković, givenName=Bojan, cn=Bojan Ratković<br>Date: 2021.07.20 13:51:30 +02'00' |
| Број дела пројекта: | 2020-001-ГС-2/3.1.19.2 |
| Место и датум: | Београд, април 2021. |

CeS.TRA

## ТЕХНИЧКА КОНТРОЛА ПРОЈЕКТА ЗА ГРАЂЕВИНСКУ ДОЗВОЛУ

## 2/3.1.19.2 ДЕНИВЕЛАЦИЈА ДРЖАВНОГ ПУТА IIA РЕДА БР.100 – НАДВОЖЊАК НА КМ 135+112.95 ПРУГЕ, ПРИСТУПНИ ПУТ ТК ОБЈЕКТУ НА КМ 135+717.24 ПРУГЕ – ПРОЈЕКАТ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

Објекта: Пруга Београд - Суботица - државна граница (Келебија), **ДЕОНИЦА ПРУГЕ НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)**, у Новом Саду, Кисачу, Степановићеву, Змајеву, Врбасу, Ловћенцу, Малом Иђошу, Бачкој Тополи, Жеднику, Наумовићеву и Суботици, К.О. Нови Сад I, К.О. Нови Сад IV, К.О. Кисач, К.О. Руменка, К.О. Степановићево, К.О. Ченеј, К.О. Бачко Добро Поље, К.О. Врбас, К.О. Врбас - град, К.О. Змајево, К.О. Куцура, К.О. Ловћенац, К.О. Мали Иђош, К.О. Фекетић, К.О. Бачка Топола, К.О. Бачка Топола - Град, К.О. Мали Београд, К.О. Биково, К.О. Доњи Град, К.О. Жедник, К.О. Нови Град, К.О. Палић, К.О. Стари Град, на катастарским парцелама према списку приложеном у Главној свесци, на основу Закона о планирању и изградњи („Службени гласник РС” бр. 72/09, 81/09 – исправка, 64/10 – одлука УС, 24/11, 121/12, 42/13 – одлука УС, 50/13 – одлука УС, 98/13 – одлука УС, 132/14, 145/14, 83/18, 31/19, 37/19 - др. Закон, 9/20 и 52/21) и одредби Правилника о садржини, начину и поступку израде и начину вршења контроле техничке документације према класи и намени објеката (“Службени гласник РС”, бр. 73/2019), извршена је техничка контрола предметне документације, од стране предузећа CESTRA d.o.o. Београд.

**ПРОЈЕКАТ СЕ ПРИХВАТА**

Вршилац техничке контроле: CESTRA d.o.o,
Макензијева 57, Београд

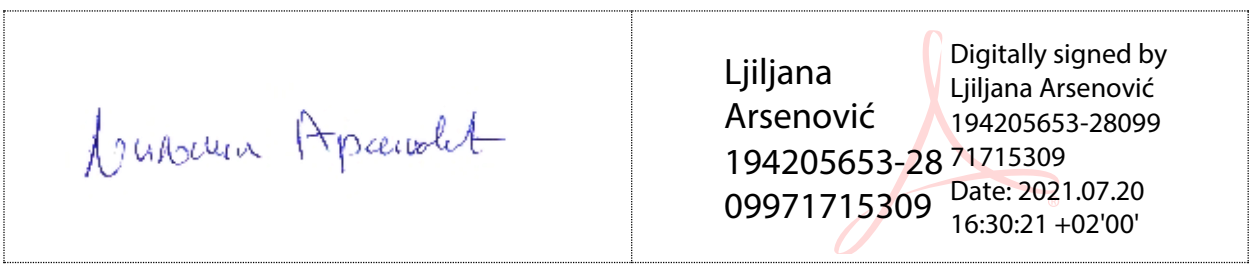
Број лиценце: 351-02-03374/2020-09 од 18.03.2021.

Одговорно лице/Заступник: Директор:
Драган Милић, дипл.грађ.инж.

Потпис:

Вршилац техничке контроле: Љиљана Арсеновић, дипл.грађ.инж.
Број лиценце: 315 D173 06

Потпис:




Број техничке документације: A10312-61/21

Место и датум: Београд, 2021.

## 2/3.1.19.2.2. САДРЖАЈ ПРОЈЕКТА ДЕНИВЕЛИСАНИХ УКРШТАЈА И ДЕВИЈАЦИЈА ПОСТОЈЕЋИХ ПУТЕВА-ПРОЈЕКАТ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ


| | |
|---|---|
| 2/3.1.19.2.1 | Насловна страна |
| 2/3.1.19.2.2 | Садржај |
| 2/3.1.19.2.3 | Решење о одређивању одговорног пројектанта |
| 2/3.1.19.2.4 | Изјава одговорног пројектанта |
| 2/3.1.19.2.5 | Текстуална документација |
| 2/3.1.19.2.5.1 | Пројекат коловозне конструкције |
| 2/3.1.19.2.6 | Нумеричка документација |

## 2/3.1.19.2.3. РЕШЕЊЕ О ОДРЕЂИВАЊУ ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА

На основу члана 128а, Закона о планирању и изградњи ("Службени гласник РС", бр. 72/09, 81/09-исправка, 64/10- одлука УС, 24/11, 121/12, 42/13-одлука УС, 50/13-одлука УС, 98/13-одлука УС, 132/14, 145/14, 83/2018, 31/2019, 37/2019 - др.закон и 9/2020) и одредби Правилника о садржини, начину и поступку израде и начину вршења контроле техничке документације према класи и намени објеката ("Службени гласник РС", бр. 73/2019) као:

**О Д Г О В О Р Н И  П Р О Ј Е К Т А Н Т**

за израду **ПРОЈЕКТА ДРУМСКИХ САОБРАЋАЈНИЦА – 2/3.1.19.2 Денивелација државног пута IIA реда бр. 100 – надвожњак на km 135+112.95 пруге, Приступни пут ТК објекту на km. 135+717.24 пруге - пројекат коловозне конструкције**, који је део ПГД - Пројекта за грађевинску дозволу за изградњу пруге Београд - Суботица државна граница (Келебија), **ДЕОНИЦА ПРУГЕ НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)**, у Новом Саду, Кисачу, Степановићеву, Змајеву, Врбасу, Ловћенцу, Малом Иђошу, Бачкој Тополи, Жеднику, Наумовићеву и Суботици, К.О. Нови Сад I, К.О. Нови Сад IV, К.О. Кисач, К.О. Руменка, К.О. Степановићево, К.О. Ченеј, К.О. Бачко Добро Поље, К.О. Врбас, К.О. Врбас - град, К.О. Змајево, К.О. Куцура, К.О. Ловћенац, К.О. Мали Иђош, К.О. Фекетић, К.О. Бачка Топола, К.О. Бачка Топола - Град, К.О. Мали Београд, К.О. Биково, К.О. Доњи Град, К.О. Жедник, К.О. Нови Град, К.О. Палић, К.О. Стари Град, на катастарским парцелама према списку приложеном у Главној свесци, одређује се:

Бојан Ратковић, дипл.грађ.инж. _____315 И00636 19

| | |
|---|---|
| Пројектант: | CHINA RAILWAY DESIGN CORPORATION SERBIA OGRANAK BEOGRAD, Косте Рацина 16б |
| Одговорно лице/заступник: | Генерални директор: Генг Ксин, дипл.инж. |
| | Потпис: |
| Број техничке документације: | 2020-001-ГС-2/3.1.19.2 |
| Место и датум: | Београд, април 2021. |

## 2/3.1.19.2.4. ИЗЈАВА ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА

Одговорни пројектант пројекта **ПРОЈЕКТА ДРУМСКИХ САОБРАЋАЈНИЦА – 2/3.1.19.2 Денивелација државног пута IIA реда бр. 100 – надвожњак на km 135+112.95 пруге, Приступни пут ТК објекту на km. 135+717.24 пруге - пројекат коловозне конструкције**, који је део ПГД - Пројекта за грађевинску дозволу за изградњу пруге Београд - Суботица државна граница (Келебија), **ДЕОНИЦА ПРУГЕ НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)**, у Новом Саду, Кисачу, Степановићеву, Змајеву, Врбасу, Ловћенцу, Малом Иђошу, Бачкој Тополи, Жеднику, Наумовићеву и Суботици, К.О. Нови Сад I, К.О. Нови Сад IV, К.О. Кисач, К.О. Руменка, К.О. Степановићево, К.О. Ченеј, К.О. Бачко Добро Поље, К.О. Врбас, К.О. Врбас - град, К.О. Змајево, К.О. Куцура, К.О. Ловћенац, К.О. Мали Иђош, К.О. Фекетић, К.О. Бачка Топола, К.О. Бачка Топола - Град, К.О. Мали Београд, К.О. Биково, К.О. Доњи Град, К.О. Жедник, К.О. Нови Град, К.О. Палић, К.О. Стари Град, на катастарским парцелама према списку приложеном у Главној свесци:

Бојан Ратковић, дипл. грађ.инж.

**И З Ј А В Љ У Ј Е М**

1. да је пројекат у свему у складу са издатим Локацијским условима:

-бр.ROP-MSGI-28188-LOCH-4/2020, Заводни број: 350-02-00031/2020-14 од 06.04.2020,

-бр.ROP-MSGI-28188-LOCH-4/2020, Заводни број: 350-02-00031/2020-14 од 07.04.2020 - Решење о исправци грешке,

-бр.ROP-MSGI-7141-LOC-1/2020, Заводни број: 350-02-00109/2020-14 од 08.05.2020,

-бр.ROP-MSGI-931-LOC-3/2020, Заводни број: 350-02-00192/2020-14 од 29.05.2020;

2. да је пројекат израђен у складу са Законом о планирању и изградњи, прописима, стандардима и нормативима из области изградње објеката и правилима струке;

3. да је пројекат у свему у складу са начинима за обезбеђење испуњења основних захтева за објекат прописаних елаборатима и студијама.

| | |
|---|---|
| Одговорни пројектант: | Бојан Ратковић, дипл. инж. грађ |
| Број лиценце: | 315 И00636 19 |
| | Потпис: |
| Број техничке документације: | 2020-001-ГС-2/3.1.19.2 |
| Место и датум: | Београд, април 2021. |

# 2/3.1.19.2.5 ТЕКСТУАЛНА ДОКУМЕНТАЦИЈА

# 2/3.1.19.2.5.1 ПРОЈЕКАТ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

# ПРОЈЕКАТ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

## 1. ОПШТЕ

Пројектом модернизације мађарско-српске железнице, предвиђена је реконструкција, модернизација и изградња двоколосечне пруге Београд-Будимпешта (Koridor Xb) за мешовити путнички и теретни саобраћај и брзине до 200 km/h, у складу са европским стандардима и Техничким спецификацијама интероперабилности (TSI) Транс-европске транспортне мреже (TEN-T).
У оквиру овог пројекта за грађевинску дозволу (ПГД) треба димензионисати флексибилну коловозну конструкцију у зони денивелисаног укрштаја-моста на стационажи км. 135+112.95 пруге Е-85 Нови Сад-Суботица и државног пута II А реда бр. 100, приступни пут ТК објекту на km. 135+717.24 пруге, под ознаком 2/3.1.19.2.
Флексибилна коловозна конструкција на државном путу је намењена опслуживању путничких и теретних возила.
Колвозна конструкција за приступ ТК објекту је намењена путничким и комуналним возилима.
Коловозна конструкција општинског пута који се прикључује је намењена путничком и локалном тереном саобраћају.

Димензионисање је урађено на основу важећих стандарда и прописа.

## 2. ПРИМЕЊЕНИ СТАНДАРДИ И РАЧУНАРСКИ ПРОГРАМИ

При изради појединих делова ове документације примењени су следећи стандарди:

| | | |
|---|---|---|
| SRPS U.C4.011/1990 | - | Техничка документација. Пројекат коловозне конструкције |
| SRPS U.C4.010/1981 | - | Одређивање укупног еквивалентног саобраћајног оптерећења |
| SRPS U.C4.012/1981 | - | Димензионасање нових флексибилних коловозних конструкција |
| SRPS U.C4.016/1981 | - | Климатски и хидролошки услови |
| SRPS U.B9.012/1981 | - | Процена осетљивости коловозне на дејство мраза и техничке мере за спречавање оштећености |
| SRPS U.E1.012/1981 | - | Осетљивост материјала-тла на дејство мраза |
| SRPS U.E4.014/1990 | - | Израда хабајућег слоја од асфалтних бетона по врућем поступку- Технички услови |
| SRPS U.E8.010/1981 | - | Носивост и равност на нивоу постељице |
| SRPS U.E9.021/1986 | - | Израда горњих носећих слојева од битуменизираног материјала по врућем поступку- Технички услови |

као и следећи рачунарски програми:

- Обрада текста — WORD
- Анализа података — EXCEL
- Анализа напона и деформација — BISAR 3 и BANDS 2 / 1998

## 3. КАРАКТЕРИСТИКЕ ТЕРЕНА

На основу података из геотехничког елабората који је за потребе овог пројекта урадила фирма ”CPL”, а за наручиоца ”CRDC”, постојећи материјал на нивоу постељице саобраћајних површина дефинисан је из истражних јама бр. 7 и бр. 8 и има следеће карактеристике:

- Сува запреминска маса $\rho_d$ = 1.60 – 1.59 Mg/m$^3$
- Запреминска маса по Проктоу $\gamma_{dmax}$ = 1.74 – 1.72 Mg/m$^3$
- Оптимална влажност је $W_{opt}$ = 17.1 – 16.7 %
- Калифорнијски индекс носивост CBR = 4.0 – 4.5%

Према јединственој класификацији спада у глиновити материјал са ознаком CL и ML, према ЕСЦС класификацији има ознаке CIL.

Према AASTHO класификацији је материјал типа A-6, што представља слабу постељицу за коловозне конструкције.

На основу ових података и нивелационих захтева, постојећи материјал на нивоу постељице не задовољава захтеве за постељицу коловозне конструкције, и потребно је применити препоруке из геотехничког елабората. После уклањања хумуса од 1.0 m, на локално подтло треба поставити геотекстил и насип правити од песка у слојевима од по 30 cm (рефулисани или мајдански). Завршни слој насипа од песка, дебљине 30 cm, обрадити као постељицу.

Минимални захтеви за материјал у постељици, рефулисани (мајдански) песак, су:

- $CBR_{lab}$ > 7 %, (при Sz=100% у односу на Прокторов опит)
- Максимална сува запреминска тежина по Проктору $\gamma_d$ max>18.0 kN/m$^3$
- Влажност материјала при уграђивању не сме варирати за више од ±2% од оптималне влажности одређене по Прокторовом опиту,
- Материјал мора бити неосетљив на штетно дејство мраза и постојан под градилишним саобраћајем,
- У песку, садржај органских материја не сме обојити садржај 3%-ни раствор натријумовог талога тамније од референтне боје (SRPS EN 1744-1),
- Примесе ситних честица (ситнијих од 0.425 mm) морају имати индекс пластичности мањи од Ip<6%,
- Еквивалент песка, Es>50, у складу са SRPS EN 933-8.

Физичко механичке карактеристике геотекстила су детаљно наведене у препорукама у геотехничком елаборату.

# 4. КАРАКТЕРИСТИКЕ КЛИМЕ

## 4.1 Подаци о температурама ваздуха

Подаци о температурама ваздуха су узети из метеоролошке станице Римски шанчеви – Нови Сад и дати у табели 1.

Табела 1: Метеоролошка станица Римски шанчеви

| Jan | Feb | Mart | Apr | Maj | Juni | Juli | Avg | Sep | Okt | Nov | Dec | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.0 | -2.6 | 8.1 | 9.6 | 12.8 | 19.9 | 21.8 | 20.1 | 17.7 | 10.2 | 6.6 | -1.7 | **10.3** | **1991** |
| 1.0 | 3.2 | 6.7 | 12.6 | 16.3 | 18.8 | 20.7 | 24.4 | 16.2 | 10.8 | 6.5 | 0.0 | **11.4** | **1992** |
| -0.2 | -1.9 | 4.3 | 11.2 | 19.0 | 19.9 | 21.5 | 22.0 | 16.6 | 13.1 | 2.3 | 3.3 | **10.9** | **1993** |
| 2.7 | 2.1 | 8.8 | 11.7 | 17.0 | 20.1 | 23.5 | 23.0 | 20.2 | 9.9 | 6.5 | 2.1 | **12.3** | **1994** |
| -0.1 | 6.4 | 5.7 | 11.2 | 15.8 | 19.0 | 23.2 | 20.3 | 15.4 | 12.0 | 3.2 | 1.7 | **11.2** | **1995** |
| -1.1 | -2.4 | 2.2 | 11.6 | 18.1 | 20.6 | 20.0 | 20.7 | 13.0 | 11.6 | 8.5 | 0.5 | **10.3** | **1996** |
| -1.4 | 3.2 | 5.5 | 7.5 | 17.7 | 20.7 | 20.1 | 20.1 | 16.0 | 8.8 | 6.5 | 3.0 | **10.6** | **1997** |
| 3.2 | 5.2 | 4.0 | 13.2 | 16.1 | 21.5 | 21.6 | 21.7 | 15.7 | 12.7 | 4.2 | -3.8 | **11.3** | **1998** |
| 0.8 | 1.7 | 8.0 | 12.7 | 16.9 | 20.1 | 21.2 | 21.3 | 18.9 | 11.6 | 4.1 | 1.1 | **11.5** | **1999** |
| -1.8 | 3.9 | 6.8 | 14.7 | 18.5 | 22.0 | 22.2 | 24.3 | 17.2 | 13.9 | 10.4 | 3.3 | **13.0** | **2000** |
| 3.0 | 4.1 | 10.2 | 10.9 | 17.8 | 18.0 | 21.8 | 22.4 | 15.1 | 14.1 | 3.6 | -3.4 | **11.5** | **2001** |
| 0.2 | 6.7 | 8.6 | 11.1 | 19.1 | 22.0 | 23.5 | 21.5 | 16.4 | 12.1 | 9.5 | 0.5 | **12.6** | **2002** |
| -1.9 | -4.5 | 5.6 | 11.3 | 20.6 | 24.2 | 22.4 | 24.3 | 16.6 | 9.8 | 7.7 | 2.1 | **11.5** | **2003** |
| -1.2 | 2.4 | 6.4 | 12.0 | 15.0 | 19.5 | 22.1 | 21.4 | 15.9 | 13.5 | 6.5 | 2.6 | **11.3** | **2004** |
| 0.1 | -3.7 | 4.3 | 11.8 | 17.2 | 19.4 | 21.4 | 19.5 | 17.3 | 11.6 | 5.3 | 2.1 | **10.5** | **2005** |
| -1.3 | 0.9 | 5.7 | 12.7 | 16.5 | 19.7 | 23.6 | 19.7 | 18.0 | 13.3 | 7.6 | 2.8 | **11.6** | **2006** |
| 6.1 | 5.8 | 8.9 | 13.4 | 18.5 | 22.1 | 23.3 | 22.7 | 14.6 | 10.6 | 3.9 | 0.0 | **12.5** | **2007** |
| 1.9 | 4.8 | 7.9 | 13.0 | 18.4 | 21.9 | 21.7 | 22.2 | 15.7 | 13.2 | 7.9 | 3.7 | **12.7** | **2008** |
| -1.5 | 2.2 | 6.8 | 14.6 | 14.6 | 18.6 | 19.6 | 22.8 | 23.0 | 19.3 | 11.7 | 8.3 | **13.3** | **2009** |
| -0.6 | 1.9 | 6.8 | 12.3 | 17 | 20.2 | 23.1 | 21.9 | 16.1 | 9.1 | 9.5 | 0.8 | **11.5** | **2010** |
| 0.1 | -0.2 | 6.0 | 13.2 | 16.8 | 20.9 | 22.1 | 23.0 | 20.4 | 10.7 | 2.8 | 4.2 | **11.7** | **2011** |
| 1.7 | -4.9 | 8.1 | 13.0 | 17.5 | 23.0 | 25.2 | 24.6 | 19.8 | 12.7 | 9.1 | 0.3 | **12.5** | **2012** |
| 2.3 | 3.6 | 5.4 | 13.4 | 17.4 | 20.2 | 22.3 | 22.9 | 15.7 | 13.6 | 8.4 | 1.6 | **12.2** | **2013** |
| 4.2 | 6.1 | 9.9 | 13.2 | 16.3 | 20.5 | 21.9 | 20.9 | 17.2 | 13.3 | 8.5 | 3.4 | **13.0** | **2014** |
| 2.8 | 2.6 | 7.2 | 12.0 | 18.0 | 20.7 | 24.9 | 24.5 | 18.7 | 11.3 | 7.8 | 3.2 | **12.8** | **2015** |
| 1.3 | 7.5 | 7.8 | 14.2 | 16.9 | 21.7 | 22.8 | 21.1 | 18.5 | 10.2 | 6.3 | -0.3 | **12.3** | **2016** |
| -4.9 | 4.2 | 9.9 | 11.4 | 17.6 | 23.2 | 24.3 | 24.8 | 16.9 | 12.5 | 7.1 | 3.8 | **12.6** | **2017** |
| 4.3 | 1.2 | 5.0 | 17.2 | 20.4 | 21.5 | 22.0 | 24.0 | 18.5 | 14.8 | 8.0 | 1.7 | **13.2** | **2018** |
| -0.1 | 4.2 | 9.8 | 13.4 | 14.7 | 23.2 | 23.3 | 24.4 | 18.2 | 13.8 | 11.2 | 4.6 | **13.4** | **2019** |
| **0.7** | **2.2** | **6.9** | **12.4** | **17.2** | **20.8** | **22.3** | **22.3** | **17.2** | **12.2** | **6.9** | **1.8** | **11.9** | |

Средња годишња температура ваздуха је између 10.3 и 13.4 $^{o}$C, а температурна амплитуда је око 23.7 $^{o}$C[1].

Тежински фактор сваку средњу месечну температуру WF је:

$WF = 10^{(-1.224+0.06508*Tvaz-0.000145*Tvaz*Tvaz)} = 0.576329$

$WMAAT = 19.66+16.91*LOG(WFav)+0.3117*(LOG(WFav))^2 = 15.63079$

Меродавна температура слоја је:

$WMAPT = WMAAT*(1+2.54/(z+10.16))-(2.778/(z+10.16))+3.333$

Температуре битуменом везаних слојева коловозне конструкције према методу Концерна “SHELL” су за претпостављену дебљину асфалтних слојева од 5 до 14 cm:

$T = 22.6 – 20.80^{o}C$.

На средини укупне дубине асфалтних слојева од 5+9=14 cm, дакле на 7 cm WMAPT = 21.12 $^{o}$C

**Усвојена је референтна температура асфалтних слојева од 22 $^{o}$C**.

[1] **Метеоролошки годишњак**, Републички хидрометеоролошки завод, Београд.

### 4.2 Дубина дејства мраза

Подаци о дубини дејства мраза у тлу и коловозним конструкцијама узети су Публикације о вредностима индекса мраза за главне метереолошке станице у Србији у периоду 1992 – 2014 година, Михајловић, Н., Младеновић, Г. Пут и саобраћај, LXII/2016, а која обухвата и мерења вршена у метеоролошкој станици у Новом Саду – Римски шанчеви и приказани су табели 2[2].

Дубина смрзавања у зони Новог Сада је између 80 и 100 cm.

Табела 2. Индекс мраза за метеоролошку станицу Римски шанчеви – Нови Сад

| Година | Индекс мраза (°C×dana) |
|---|---|
| 1992./93. | 112 |
| 1993./94. | 47 |
| 1994./95. | 58 |
| 1995./96. | 110 |
| 1996./97. | 130 |
| 1997./98. | 28 |
| 1998./99. | 101 |
| 1999./00. | 71 |
| 2000./01. | 19 |
| 2001./02. | 167 |
| 2002./03. | 127 |
| 2003./04. | 51 |
| 2004./05. | 130 |
| 2005./06. | 100 |
| 2006./07. | 9 |
| 2007./08. | 70 |
| 2008./09. | 125 |
| 2009./10. | 72 |
| 2010./11. | 63 |
| 2011./12. | 182 |
| 2012./13. | 34 |
| 2013./14. | 34 |

Максимална вредност индекса мраза за метеоролошку станицу Римски шанчеви је 182 °C×dana (зима 2011/2012), а средња вредност три највећа индекса мраза у двадесетогодишњем периоду 159 °C×dana (130 °C×dana (96/97), 167 °C×dana (01/02), 182 °C×dana (11/12)). Услед недовољне количине података за дужи временски период, усваја се вредност 180 °C×dana.

## 5. САОБРАЋАЈНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ

### 5.1 Саобраћајно оптерећење на државном путу IIA реда бр. 100

Саобраћајно оптерећење дефинисано у Идејном пројекту заснива се на подацима о бројању саобраћаја, по типовима возила, за државне путеве II А реда за 2019. годину (ЈП Путеви Србије).

Процењена стопа раста саобраћаја r = 1.01% је преузета из ИДП-а.

Ове вредности у табелама за 2019. годину (ЈП Путеви Србије) су одређене путем аутоматског бројања саобраћаја.

[2] *Вредности индекса мраза за главне метереолошке станице у Србији у периоду 1992 – 2014 година, Михајловић, Н., Младеновић, Г. Пут и саобраћај, LXII/2016.*

Година 2019 је узета за базну годину.

| бр. пута | Ред | Од – до | Дужина (km) | PA | BUS | LTV | STV | TTV | AV | УКУПНО |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 100 | II-A | Бачка Топола - Фекетић | 18.1 | 3223 | 51 | 66 | 74 | 50 | 119 | 3583 |
| Учешће возила (%) | | | | 89.95 | 1.42 | 1.84 | 2.07 | 1.40 | 3.32 | 100 |

Фактори еквиваленције су одређени за 70% испуњености возила, а према стандарду SRCS U.C4.010.

Фактори еквиваленције за возила која ће користити саобраћајницу су:

| BUS | Po | Zo | | |
|---|---|---|---|---|
| PV | 33 | 67 | KN | сопствена маса |
| PN | 14 | 26 | KN | користан терет |
| 0.7*PN | 9.8 | 18.2 | | |
| PV+0.7*PN | 42.8 | 85.2 | | укупна маса пуног возила |
| fe | 0.395 | 1.286 | | |
| **fe =** | **1.681** | | | |

| $LT_2$ | Po | Zo | | |
|---|---|---|---|---|
| PV | 14 | 13 | KN | сопствена маса |
| PN | 3 | 17 | KN | користан терет |
| 0.7*PN | 2.1 | 11.9 | KN | |
| PV+0.7*PN | 16.1 | 24.9 | KN | укупна маса пуног возила |
| fe | 0.008 | 0.009 | | |
| **fe =** | **0.017** | | | |

| TRAK | Po | Zo | | |
|---|---|---|---|---|
| PV | 8 | 11 | KN | сопствена маса |
| PN | 3 | 17 | KN | користан терет |
| 0.7*PN | 2.1 | 11.9 | KN | |
| PV+0.7*PN | 10.1 | 22.9 | KN | укупна маса пуног возила |
| fe | 0.001 | 0.032 | | |
| **fe =** | **0.034** | | | |
| **fe =** | **0.051** | | | |

| $ST_2$ | Po | Zo | | |
|---|---|---|---|---|
| PV | 29 | 21 | KN | сопствена маса |
| PN | 6 | 44 | KN | користан терет |
| 0.7*PN | 4.2 | 30.8 | | |
| PV+0.7*PN | 33.2 | 51.8 | | укупна маса пуног возила |
| fe | 0.143 | 0.176 | | |
| **fe =** | **0.319** | | | |

| $TTV_3$ | Po | Zo | | |
|---|---|---|---|---|
| PV | 37 | 37 | KN | сопствена маса |
| PN | 25 | 120 | KN | користан терет |
| 0.7*PN | 17.5 | 84 | | |
| PV+0.7*PN | 54.5 | 121 | | укупна маса пуног возила |
| fe | 1.038 | 0.423 | | |
| **fe =** | **1.461** | | | |

| $TT_3 + PR_3$ | Po | Zo | | |
|---|---|---|---|---|
| PV | 37 | 37 | kN | сопствена маса |
| PN | 25 | 120 | kN | користан терет |
| 0.7*PN | 17.5 | 84 | kN | |
| PV+0.7*PN | 54.5 | 121 | kN | укупна маса пуног возила |
| fe | 1.038 | 0.423 | | |
| **feTT3 =** | **1.461** | | | |
| $PR_3$ | Po | Zo | | |
| PV | 17 | 23 | kN | сопствена маса |
| PN | 59 | 81 | kN | користан терет |
| 0.7*PN | 41.3 | 56.7 | kN | |
| PV+0.7*PN | 58.3 | 79.7 | kN | укупна маса пуног возила |
| fe | 1.359 | 0.080 | | |
| **fePR3=** | **1.438** | | | |
| **fe=** | **2.899** | | | |

| | PA | LT2+TRAK | ST2 | TTV2 | TTV3 | BUS | AV | PGDS | st. os. 80 kN | по годинама | **ESO** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Год. | **fe =** | **0.051** | **0.319** | **1.255** | **1.461** | **1.681** | **2.899** | | | 365 | **s. os. 80 kN** |
| 2019 | 3223 | 66 | 74 | 0 | 50 | 51 | 119 | 3,583.00 | 530.74 | 193,719.96 | **193,719.96** |
| 2020 | 3255 | 67 | 75 | 0 | 51 | 52 | 120 | 3,618.83 | 536.05 | 195,657.16 | **389,377.11** |
| 2021 | 3288 | 67 | 75 | 0 | 51 | 52 | 121 | 3,655.02 | 541.41 | 197,613.73 | **586,990.84** |
| 2022 | 3321 | 68 | 76 | 0 | 52 | 53 | 123 | 3,691.57 | 546.82 | 199,589.87 | **786,580.71** |
| 2023 | 3354 | 69 | 77 | 0 | 52 | 53 | 124 | 3,728.48 | 552.29 | 201,585.76 | **988,166.47** |
| 2024 | 3387 | 69 | 78 | 0 | 53 | 54 | 125 | 3,765.77 | 557.81 | 203,601.62 | **1,191,768.09** |
| 2025 | 3421 | 70 | 79 | 0 | 53 | 54 | 126 | 3,803.43 | 563.39 | 205,637.64 | **1,397,405.73** |
| 2026 | 3455 | 71 | 79 | 0 | 54 | 55 | 128 | 3,841.46 | 569.02 | 207,694.01 | **1,605,099.74** |
| 2027 | 3490 | 71 | 80 | 0 | 54 | 55 | 129 | 3,879.88 | 574.71 | 209,770.95 | **1,814,870.70** |
| 2028 | 3525 | 72 | 81 | 0 | 55 | 56 | 130 | 3,918.67 | 580.46 | 211,868.66 | **2,026,739.36** |
| 2029 | 3560 | 73 | 82 | 0 | 55 | 56 | 131 | 3,957.86 | 586.27 | 213,987.35 | **2,240,726.71** |
| 2030 | 3596 | 74 | 83 | 0 | 56 | 57 | 133 | 3,997.44 | 592.13 | 216,127.22 | **2,456,853.94** |
| 2031 | 3632 | 74 | 83 | 0 | 56 | 57 | 134 | 4,037.41 | 598.05 | 218,288.50 | **2,675,142.43** |
| 2032 | 3668 | 75 | 84 | 0 | 57 | 58 | 135 | 4,077.79 | 604.03 | 220,471.38 | **2,895,613.82** |
| 2033 | 3705 | 76 | 85 | 0 | 57 | 59 | 137 | 4,118.57 | 610.07 | 222,676.10 | **3,118,289.91** |
| 2034 | 3742 | 77 | 86 | 0 | 58 | 59 | 138 | 4,159.75 | 616.17 | 224,902.86 | **3,343,192.77** |
| 2035 | 3779 | 77 | 87 | 0 | 59 | 60 | 140 | 4,201.35 | 622.33 | 227,151.88 | **3,570,344.65** |
| 2036 | 3817 | 78 | 88 | 0 | 59 | 60 | 141 | 4,243.36 | 628.56 | 229,423.40 | **3,799,768.05** |
| 2037 | 3855 | 79 | 89 | 0 | 60 | 61 | 142 | 4,285.80 | 634.84 | 231,717.64 | **4,031,485.69** |
| 2038 | 3894 | 80 | 89 | 0 | 60 | 62 | 144 | 4,328.65 | 641.19 | 234,034.81 | **4,265,520.51** |
| | | | | | | | | по смеру = | 0.50 | | **по смеру** |
| | | | | | | | | по траци = | 1.00 | на 20 год. | **2,132,760.25** |

Ово саобраћајно оптерећење спада у **тешко саобраћајно оптерећење** по броју прелаза стандардне осовине од 80 kN, према стандарду SRPS U.C4.010.

### 5.2 Саобраћајно оптерећење за општински пут који се прикључује

Имајући у виду намену саобраћајнице, усвојено је саобраћајно оптерећење од 700 000 стандардних осовина од 80 kN, по смеру кретања возила.

GESO = 700 000 st.os. 80 kN.

Ово саобраћајно оптерећење спада у **средње саобраћајно оптерећење** по броју прелаза стандардне осовине од 80 kN, према стандарду SRPS U.C4.010.

### 5.3 Саобраћајно оптерећење за приступни пут ТК објекту

Имајући у виду намену саобраћајнице, усвојено је саобраћајно оптерећење од 500 000 стандардних осовина од 80 kN, по смеру кретања возила.

GESO = 500 000 st.os. 80 kN.

Ово саобраћајно оптерећење спада у **лако саобраћајно оптерећење** по броју прелаза стандардне осовине од 80 kN, према стандарду SRPS U.C4.010.

## 6. КАРАКТЕРИСТИКЕ МАТЕРИЈАЛА У НОВОЈ КОЛОВОЗНОЈ КОНСТРУКЦИЈИ

### 6.1 Карактеристике материјала у новој коловозној конструкцији за тешко саобраћајно оптерећење

#### 6.1.1 Постељица

За прорачун је усвојена вредност повратног модула деформације на врху постељице од песка $M_R$ = 10.342*CBR = 72.39 MPa, а захтевана вредност калифорнијског индекса носивости за песак је CBR = min 7 %.

При контролним испитивањима изведеног слоја, модул деформације Ev2 = min 70 MPa, и однос Ev2/Ev1<2.4, Ms = 50 MPa.

#### 6.1.2 Доња подлога од невезаног дробљеног каменог агрегата

Доња подлога коловозне конструкције изводи се од невезаног дробљеног каменог агрегата 0/45 mm (0/63 mm) у свему према SRPS EN 13242:2010.

Калифорнијски индекс носивости за дробљени камени агрегат са више од 50% (m/m) дробљених зрна је CBR > 80 %. Usvojena je вредност коефицијента замене за овај слој и износи $a_4$ = 0.14. Дебљина слоја је 25 cm.

Модул еластичности слоја је одређене помоћу једначине концерна “Shell”.

$$E_i = 0.2 * E_{i-1} * (h_i)^{0.45}$$

$$E = 0.2 * 72.39 * (250)^{0.45} = 173.7\ MPa \sim 170\ MPa$$

### 6.1.3 Горња подлога од невезаног дробљеног каменог агрегата

Горња подлога коловозне конструкције изводи се од невезаног дробљеног каменог агрегата 0/31.5 mm у свему према SRPS EN 13242:2010.

Калифорнијски индекс носивости за дробљени камени агрегат са више од 50% (m/m) дробљених зрна је CBR > 80 %. Усвојена је вредност коефицијента замене за овај слој и износи $a_4$ = 0.14. Дебљина слоја је 20 cm.

Модул еластичности слоја је одређене помоћу једначине концерна “Shell”.

$$E_i = 0.2 * E_{i-1} * (h_i)^{0.45}$$

$$E = 0.2 * 173.7 * (200)^{0.45} = 377.0\ MPa \sim 370\ MPa$$

### 6.1.4 Карактеристике битуменом везаних материјала у хабајућем и битуменизираном носећем слоју

За асфалт бетон је усвојена континуална минерална мешавина типа AC 11, surf, PmB 45/80-65 (стара ознака AB 11s, PmB 45/80-65) са коефицијентом замене $a_{R1}$=0.41 (за минималну захтевану стабилност од 8.0 kN, одговара вредност $a_{R1}$=0.41) (SRPS U.C4.012), а за носеће битуменизиране слојеве AC 22, base, B 50/70 (стара ознака BNS 22 (A), B 50/70) је коефицијент замене $a_{R2}$=0.38 (за минималну захтевану стабилност од 7.0 kN, одговара вредност $a_{R2}$=0.38) (SRPS U.C4.012).

Вредност Поасоновог коефицијента за све битуменом везане слојеве износи $\nu$ = 0.35.

Модул еластичности путног битумена B 50/70 на референтној температури од 22°C, израчунат је помоћу програма BANDS 2.0. Према опште познатим истраживањима, доказано је да вредност пенетрације основног битумена током производње асфалтне мешавине на асфалтној бази опадне за 65% од почетне вредности. За средњу брзину кретања теретних возила у комплексу је усвојена брзина од 50 km/h, односно фреквенција од t=0.02s, резултати су на следећим сликама.

BANDS 2.0 - Bitumen Stiffness Nomograph Calculations

28/01/2021 Page 1

| Time of Loading (Seconds) | (Other Units) | Bitumen Temp °C | Pen Value 0.1mm | Pen Temp °C | Softening Point °C | Pen Index | Bitumen Stiffness MPa |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| .02 | 7.96 Hertz | 22.0 | 38.0 | 25.0 | 52.0 | -1.3 | 43.100 |

Слика бр. 4 – Модул елатичности путног битумена B 50/70

BANDS 2.0 - Asphalt Mix Stiffness Calculations

28/01/2021 Page 1

| Bitumen Stiffness MPa | Volume of Bitumen %v/v | Volume of Aggregate %v/v | Volume of Voids %v/v | Asphalt Mix Stiffness MPa |
|---|---|---|---|---|
| 43.10 | 9.50 | 84.50 | 6.00 | 6030 |

Слика бр. 5 – Модул асфалтне мешавине AC 22, base, B 50/70 (BNS 22s(A)) са 6% шупљина при оптималном садржају битумена од 4.0%, односно 9.5%(v/v)

Вредност модула за асфалтну мешавину **AC 11, surf, PmB 45/80-65 (стара ознака AB 11s, PmB 45/80-65)** је усвојена из базе података и износи **E=3900 MPa**. Наиме, наведени рачунарски програм је конципиран на основу Ван дер Поеловог номограма који не препознаје полимер битумене и има ограничење за анализирање температуре до 31°C. Услед тога је ограничен за анализе колотрага који се ионако дешавају на температурама које су више од температуре размекшања битумена, односно полимер битумена.

## 6.2 Карактеристике материјала у новој коловозној конструкцији за средње саобраћајно оптерећење, општински пут који се прикључује

### 6.2.1 Постељица

За прорачун је усвојена вредност повратног модула деформације на врху постељице од песка $M_R$ = 10.342*CBR = 72.39 MPa, а захтевана вредност калифорнијског индекса носивости за песак је CBR = min 7 %.

При контролним испитивањима изведеног слоја, модул деформације Ev2 = min 70 MPa, и однос Ev2/Ev1<2.4, Ms = 50 MPa.

### 6.2.2 Доња подлога од невезаног дробљеног каменог агрегата

Доња подлога коловозне конструкције изводи се од невезаног дробљеног каменог агрегата 0/45 mm (0/63 mm) у свему према SRPS EN 13242:2010.

Калифорнијски индекс носивости за дробљени камени агрегат са више од 50% (m/m) дробљених зрна је CBR > 80 %. Usvojena je вредност коефицијента замене за овај слој и износи $a_4$ = 0.14. Дебљина слоја је 25 cm.

### 6.2.3 Горња подлога од невезаног дробљеног каменог агрегата

Горња подлога коловозне конструкције изводи се од невезаног дробљеног каменог агрегата 0/31.5 mm у свему према SRPS EN 13242:2010.

Калифорнијски индекс носивости за дробљени камени агрегат са више од 50% (m/m) дробљених зрна је CBR > 80 %. Усвојена је вредност коефицијента замене за овај слој и износи $a_4$ = 0.14. Дебљина слоја је 15 cm.

### 6.2.4 Карактеристике битуменом везаних материјала у хабајућим слојевима и битуменизираним носећим слојевима

За асфалт бетон је усвојена континуална минерална мешавина типа **AC 11, surf, B 50/70 (стара ознака AB 11, B 50/70)** са коефицијентом замене $a_{R1}$=0.41 (за минималну захтевану стабилност од 8.0 kN, одговара вредност $a_{R1}$=0.41) (SRPS U.C4.012), а за носеће битуменизиране слојеве **AC 22, base, B 50/70 (стара ознака BNS 22 (A), B 50/70)** је коефицијент замене $a_{R2}$=0.38 (за минималну захтевану стабилност од 7.0 kN, одговара вредност $a_{R2}$=0.38) (SRPS U.C4.012).

## 6.3 Карактеристике материјала у новој коловозној конструкцији за лако саобраћајно оптерећење, приступ ТК објекту

### 6.3.1 Постељица

За прорачун је усвојена вредност повратног модула деформације на врху постељице од песка $M_R$ = 10.342*CBR = 72.39 MPa, а захтевана вредност калифорнијског индекса носивости за песак је CBR = min 7 %.

При контролним испитивањима изведеног слоја, модул деформације Ev2 = min 70 MPa, и однос Ev2/Ev1<2.4, Ms = 50 MPa.

### 6.3.2 Доња подлога од невезаног дробљеног каменог агрегата

Доња подлога коловозне конструкције изводи се од невезаног дробљеног каменог агрегата 0/45 mm (0/63 mm) у свему према SRPS EN 13242:2010.

Калифорнијски индекс носивости за дробљени камени агрегат са мање од 50% (m/m) дробљених зрна је CBR > 40 %. Усвојена је вредност коефицијента замене за овај слој и износи $a_4$ = 0.14. Дебљина слоја је 20 cm.

### 6.3.3 Горња подлога од невезаног дробљеног каменог агрегата

Горња подлога коловозне конструкције изводи се од невезаног дробљеног каменог агрегата 0/31.5 mm у свему према SRPS EN 13242:2010.

Калифорнијски индекс носивости за дробљени камени агрегат са више од 50% (m/m) дробљених зрна је CBR > 80 %. Усвојена је вредност коефицијента замене за овај слој и износи $a_4$ = 0.14. Дебљина слоја је 15 cm.

### 6.3.4 Карактеристике битуменом везаних материјала у хабајућим слојевима и битуменизираним носећим слојевима

За асфалт бетон је усвојена континуална минерална мешавина типа **AC 11, surf, B 50/70 (стара ознака AB 11, B 50/70)** са коефицијентом замене $a_{R1}$=0.41 (за минималну захтевану стабилност од 8.0 kN, одговара вредност $a_{R1}$=0.41) (SRPS U.C4.012), а за носеће битуменизиране слојеве **AC 22, base, B 50/70 (стара ознака BNS 22 (A), B 50/70)** је коефицијент замене $a_{R2}$=0.38 (за минималну захтевану стабилност од 7.0 kN, одговара вредност $a_{R2}$=0.38) (SRPS U.C4.012).

# 7 ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ ФЛЕКСИБИЛНЕ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

## 7.1 Димензионисање флексибилне коловозне конструкције за тешко саобраћајно оптерећење

Димензионисање коловозне конструкције извршено је на основу стандарда SRPS U.C4.012/1981. У овом поглављу биће одређене димензије коловозне конструкције ТИП-а1 (са невезаном подлогом) за пројектни век од n = 20 година и претходно анализирано саобраћајно оптерећење.

Улазни параметри за одређивање димензија коловозне конструкције су:

| | |
|---|---|
| * саобраћајно оптерећење | ESO = 2 132 760.25 st.os. 80 kN |
| * фактор утицаја средине | R = 2 |
| * носивост постељице | CBR = 5 % |
| * почетни индекс употребљивости | $p_o$ = 4.2 |
| * крајњи индекс употребљивости | $p_t$ = 2.5 |

За израду застора усваја се асфалт бетон **AC 11, surf, PmB 45/80-65 (стара ознака AB 11s, PmB 45/80-65)**, у дебљини од 5 cm са полимер битуменом PmB 45/80-65 (SRPS EN 13043). Асфалтни носећи слој ће се изводити од **AC 22, base, B 50/70 (стара ознака BNS 22 (A), B 50/70)**, у дебљини од 9 cm са путним битуменом B 50/70 (SRPS EN 12591:2013).

Укупна носивост битуменом везаних слојева је:

$$SN_1 = 5 * 0.41 + 9 * 0.38 = 5.47\ cm$$

што је веће од потребног конструктивног броја за битуменом везане слојеве, $SN_{1,\ pot}$ = 5.05.

Доња подлога од 20 cm је преко тампона од дробљеног каменог агрегата 0/45 mm (0/63 mm) дебљине 25 cm (SRPS EN 13242).

Укупна носивост пројектоване коловозне конструкције је:

$$SN = 5.47 + 20 * 0.14 + 25 * 0.14 = 11.77\ cm$$

што је веће од потребне носивости SN = 11.35 cm.

Решење флексибилне коловозне конструкције за тешко саобраћајно оптерећење је:

| Врста слоја | Материјал | Дебљина (cm) |
|---|---|---|
| Хабајући слој | AC 11, surf, PmB 45/80-65 (AB11s) | 5.0 |
| Битуменизирани носећи слој | AC 22, base, B 50/70 (BNS 22s (A)) | 9.0 |
| Носећи слој | NA 0/31.5 mm, CBR>80%, Sz=100%, $E_{V2}$≥120MPa, $E_{V2}/E_{V1}$≤2.4, Ms = 85 MPa | 20.0 |
| Доњи носећи слој | NA 0/45 mm (0/63 mm), CBR>80%, Sz=100%, $E_{V2}$≥80MPa, $E_{V2}/E_{V1}$≤2.4, Ms = 55 MPa | 25.0 |
| Постељица | Рефулисани (мајдански) песак, CBR>7%, min $E_{v2}$> 70 MPa, Ev2/Ev1<2.4, Sz=100%, Ms = 50 MPa | min. 30.0 |
| Насип | Рефулисани (мајдански) песак, CBR>7%, Sz=100% | променљиво |
| Подтло | Геотекстил | - |

За овако димензионисану флексибилну коловозну конструкцију урађена је провера на замор, методом линеарно еластичног система, при бризини кретања возила од 50 km/h, применом методологије концерна “Shell” употребом рачунарског програма BANDS 2.0 и BISAR 3.0.

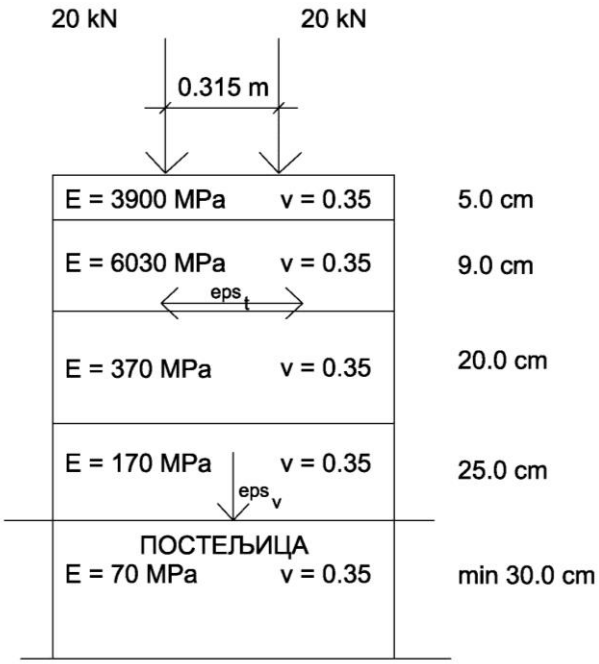
Вертикална критична дилатација на врху постељице зависи само од броја прелазака стандардне осовине, а хоризонтална критична дилатација на дну битуменом везаног слоја зависи од запремине битумена, шупљина у слоју и броја прелазака стандардне осовине:

$\varepsilon_{v,\,krit} = 0.028 \times ESO^{-0.25} = 0.028 \times (2\,132\,760.25)^{-0.25}$

$\varepsilon_{v,\,krit} = 7.327 \times 10^{-4}$ μдилатација

$\varepsilon_{t,krit} = (0.856 \times Vb + 1.08) \times Smix^{-0,36} \times ESO^{-0,2}$

$\varepsilon_{t,krit} = (0.856 \times 9.5 + 1.08) \times (6030 \times 10^{6})^{-0.36} \times (2\,132\,760.25)^{-0.2} = 1.505 \times 10^{-4}$ μдилатација




Слика бр. 6 – Прорачунска шема

Резултати прорачуна су следећи:

$\varepsilon_t < \varepsilon_{t,krit}$; $\varepsilon_z < \varepsilon_{v,krit}$

$\varepsilon_{t,max} = 1.166 \times 10^{-4} < \varepsilon_{t,krit} = 1.505 \times 10^{-4}$ μдилатација

$\varepsilon_{z,max} = 1.636 \times 10^{-4} < \varepsilon_{v,krit} = 7.327 \times 10^{-4}$ μдилатација

Из приказаних резултата се може закључити да је овако димензионисана коловозна конструкција задовољила у погледу замора за пројектни период од 20 година, за стандардну осовину од 80 kN.

Резултати прорачуна су у прилогу.

## 7.2 Димензионисање флексибилне коловозне конструкције за Општински пут који се прикључује

Димензионисање коловозне конструкције извршено је на основу стандарда SRPS U.C4.012/1981. У овом поглављу биће одређене димензије коловозне конструкције ТИП-а1 (са невезаном подлогом) за пројектни век од n = 20 година и претходно анализирано саобраћајно оптерећење.

Улазни параметри за одређивање димензија коловозне конструкције су:

| | |
|---|---|
| * саобраћајно оптерећење | ESO = 700 000.00 st.os. 80 kN |
| * фактор утицаја средине | R = 2 |
| * носивост постељице | CBR = 7 % |
| * почетни индекс употребљивости | $p_o$ = 4.2 |
| * крајњи индекс употребљивости | $p_t$ = 2.5 |

За израду застора усваја се асфалт бетон **AC 11, surf, B 50/70 (стара ознака AB 11, B 50/70)**, у дебљини од 4 cm са путним битуменом B 50/70 (SRPS EN 12591:2013). Асфалтни носећи слој ће се изводити од **AC 22, base, B 50/70 (стара ознака BNS 22 (A), B 50/70)**, у дебљини од 7 cm са путним битуменом B 50/70 (SRPS EN 12591:2013).

Укупна носивост битуменом везаних слојева је:

$$SN_1 = 4 * 0.41 + 7 * 0.38 = 4.30\ cm$$

што је веће од потребног конструктивног броја за битуменом везане слојеве, $SN_{1,\ pot}$ = 3.96.

Доња подлога дебљине 15 cm је преко тампона од дробљеног каменог агрегата 0/45 mm (0/63 mm) дебљине 25 cm (SRPS EN 13242).

Укупна носивост пројектоване коловозне конструкције је:

$$SN = 4.30 + 15 * 0.14 + 25 * 0.14 = 9.90\ cm$$

што је веће од потребне носивости SN = 9.56 cm.

Решење флексибилне коловозне конструкције за општински пут је:

| Врста слоја | Материјал | Дебљина (cm) |
|---|---|---|
| Хабајући слој | AC 11, surf, B 50/70 (AB11) | 4.0 |
| Носећи слој | AC 22, base, B 50/70 (BNS 22 (A)) | 7.0 |
| Доњи носећи слој | NA 0/31.5 mm, CBR>80%, Sz=100%, $E_{V2}$≥120MPa, $E_{V2}/E_{V1}$≤2.4, Ms = 85 MPa | 15.0 |
| Тампон | NA 0/45 mm (0/63 mm), CBR>40%, Sz=100%, $E_{V2}$≥90MPa, $E_{V2}/E_{V1}$≤2.4, Ms = 65 MPa | 25.0 |
| Постељица | Рефулисани (мајдански) песак, CBR>7%, min $E_{v2}$> 70 MPa, Ev2/Ev1<2.4, Sz=100%, Ms = 50 MPa | min. 30.0 |
| Насип | Рефулисани (мајдански) песак, CBR>7%, Sz=100% | променљиво |
| Подтло | Геотекстил | - |

## 7.3 Димензионисање флексибилне коловозне конструкције за лако саобраћајно оптерећење, приступ ТК објекту

Димензионисање коловозне конструкције извршено је на основу стандарда SRPS U.C4.012/1981. У овом поглављу биће одређене димензије коловозне конструкције ТИП-а1 (са невезаном подлогом) за пројектни век од n = 20 година и претходно анализирано саобраћајно оптерећење.

Улазни параметри за одређивање димензија коловозне конструкције су:

| | |
|---|---|
| * саобраћајно оптерећење | ESO = 500 000.00 st.os. 80 kN |
| * фактор утицаја средине | R = 2 |
| * носивост постељице | CBR = 7 % |
| * почетни индекс употребљивости | $p_o$ = 4.2 |
| * крајњи индекс употребљивости | $p_t$ = 2.5 |

За израду застора усваја се асфалт бетон **AC 11, surf, B 50/70 (стара ознака AB 11, B 50/70)**, у дебљини од 4 cm са путним битуменом B 50/70 (SRPS EN 12591:2013). Асфалтни носећи слој ће се изводити од **AC 22, base, B 50/70 (стара ознака BNS 22 (A), B 50/70)**, у дебљини од 6 cm са путним битуменом B 50/70 (SRPS EN 12591:2013).

Укупна носивост битуменом везаних слојева је:

$$SN_1 = 4 * 0.41 + 6 * 0.38 = 3.92\ cm$$

што је веће од потребног конструктивног броја за битуменом везане слојеве, $SN_{1,\ pot}$ = 3.66.

Доња подлога дебљине 15 cm је преко тампона од дробљеног каменог агрегата 0/45 mm (0/63 mm) дебљине 25 cm (SRPS EN 13242).

Укупна носивост пројектоване коловозне конструкције је:

$$SN = 3.92 + 15 * 0.14 + 20 * 0.14 = 8.82\ cm$$

што је веће од потребне носивости SN = 8.56 cm.

Решење флексибилне коловозне конструкције за лако саобраћајно оптерећење је:

| Врста слоја | Материјал | Дебљина (cm) |
|---|---|---|
| Хабајући слој | AC 11, surf, B 50/70 (AB11) | 4.0 |
| Носећи слој | AC 22, base, B 50/70 (BNS 22 (A)) | 6.0 |
| Доњи носећи слој | NA 0/31.5 mm, CBR>80%, Sz=100%, $E_{V2}$≥120MPa, $E_{V2}/E_{V1}$≤2.4, Ms = 85 MPa | 15.0 |
| Тампон | NA 0/45 mm (0/63 mm), CBR>40%, Sz=100%, $E_{V2}$≥90MPa, $E_{V2}/E_{V1}$≤2.4, Ms = 65 MPa | 20.0 |
| Постељица | Рефулисани (мајдански) песак, CBR>7%, min $E_{v2}$> 70 MPa, Ev2/Ev1<2.4, Sz=100%, Ms = 50 MPa | min. 30.0 |
| Насип | Рефулисани (мајдански) песак, CBR>7%, Sz=100% | променљиво |
| Подтло | Геотекстил | - |

## 7.4 Провера коловозне конструкције на деловање мраза

Провера коловозне конструкције на дејство мраза је извршена на основу стандарда SRPS U.B9.012/1981.

Ова провера је битна за флексибилну коловозну конструкцију.

Дубина смрзавања у зони Новог Сада је између 80 и 100 cm

Имајући у виду да је коловозна конструкција за тешко саобраћајно оптерећење дебљине 59 cm и да је постељица дебљине 30 cm од песковитог материјала као и насип, тада је:

Максимална сува запреминска маса по Проктору $\gamma_d$ max > 1.6 t/m$^3$

Параметри за одређивање дубине дејства мраза су:

- Усвојен материјал $\gamma_d$ > 1.6 t/m$^3$
- Степен збијености Sz = 100%
- Индекс мраза IM = 180$^o$C×dana,
- Дебљина коловозне конструкције d = 59 cm,
- Хидролошки услови према стандарду SRPS U.C4.016 су процењени као повољни.

Материјал за постељицу је рефулисани (мајдански) песак који спада у категорију Г2 – слабо до средње осетљив на дејство мраза, SRPS U.E1.012, а тај материјал представља постељицу на коловозним конструкцијама.

Максимална дубина продирања мраза је X ~ 80 cm.

Дубина продирања мраза која се може очекивати током зимског периода је:

$$X – ds = 80 – 59 = 21 \text{ cm}$$

Мраз продире 21 cm испод коловозне конструкције, у насип од песка.

На основу тога се може сматрати да је коловозна конструкција отпорна на деловање мраза.

За општински пут који се прикључује, коловозна конструкција је дебљине 45 cm а да је постељица дебљине 30 cm од песковитог материјала као и насип, тада је:

Максимална сува запреминска маса по Проктору $\gamma_d$ max > 1.6 t/m$^3$

Параметри за одређивање дубине дејства мраза су:

- Усвојен материјал $\gamma_d$ > 1.6 t/m$^3$
- Степен збијености Sz = 100%
- Индекс мраза IM = 180$^o$C×dana,
- Дебљина коловозне конструкције d = 45 cm,
- Хидролошки услови према стандарду SRPS U.C4.016 су процењени као повољни.

Материјал за постељицу је рефулисани (мајдански) песак који спада у категорију Г2 – слабо до средње осетљив на дејство мраза, SRPS U.E1.012, а тај материјал представља постељицу на коловозним конструкцијама.

Максимална дубина продирања мраза је X ~ 80 cm.

Дубина продирања мраза која се може очекивати током зимског периода је:

X – ds = 80 – 45 = 35 cm

Мраз продире 35 cm испод коловозне конструкције, у насип од песка.

На основу тога се може сматрати да је коловозна конструкција отпорна на деловање мраза.

## 7.5 Димензионисање сервисног некатегорисаног пута за лако саобраћајно оптерећење

### 7.5.1 Постељица

Усвојена је вредност повратног модула на врху постељице од локалног материјала $M_R$ = 10.342*CBR = 31.02 MPa, са вредношћу CBR = 3 %.

При контролним испитивањима изведеног слоја, модул деформације Ev2 = min 35 MPa, и однос Ev2/Ev1<2.4, ms = 25 MPa.

### 7.5.2 Доња подлога од невезаног дробљеног каменог агрегата

Доња подлога коловозне конструкције изводи се од невезаног дробљеног каменог агрегата 0/45 mm (0/63 mm) у свему према SRPS EN 13242:2010.

Калифорнијски индекс носивости за дробљени камени агрегат са мање од 50% (m/m) дробљених зрна је CBR > 40 %. Дебљина слоја је 25 cm.

### 7.5.3 Горња подлога од невезаног дробљеног каменог агрегата

Горња подлога коловозне конструкције изводи се од невезаног дробљеног каменог агрегата 0/31.5 mm у свему према SRPS EN 13242:2010.

Калифорнијски индекс носивости за дробљени камени агрегат са више од 50% (m/m) дробљених зрна је CBR > 80 %. Дебљина слоја је 15 cm.

### 7.5.4 Завршни слој од невезаног дробљеног каменог агрегата

Завршни слој се изводи од дробљеног каменог агрегата 0/8 mm у свему према SRPS EN 13242:2010.

Калифорнијски индекс носивости за дробљени камени агрегат са више од 50% (m/m) дробљених зрна је CBR > 80 %. Дебљина слоја је 3 cm. Оваква дебљина и гранулација је одабрана само из разлога укрућивања слоја од дробљеног каменог агрегата 0/31.5 mm.

### 7.5.5 Одређивање дебљина некатегорисаног сервисног пута

Усвојено решење коловозне конструкције за сервисни некатегорисани пут је сагласно мери из Извештаја Ревизионе комисије бр. 351-03-02391/2019-07 од 06.08.2020. године:

| Врста слоја | Материјал | Дебљина (cm) |
|---|---|---|
| Завршни слој | DKA 0/8 mm, CBR>80%, Sz=100%, $E_{V2}$≥100MPa, $E_{V2}/E_{V1}$≤2.4, Ms = 70 MPa | 3.0 |
| Доњи носећи слој | NA 0/31.5 mm, CBR>80%, Sz=100%, $E_{V2}$≥100MPa, $E_{V2}/E_{V1}$≤2.4, Ms = 70 MPa | 15.0 |
| Тампон | NA 0/45 mm (0/63 mm), CBR>40%, Sz=100%, $E_{V2}$≥80MPa, $E_{V2}/E_{V1}$≤2.4, Ms = 55 MPa | 25.0 |
| Постељица | Локални материјал, CBR>3%, min $E_{v2}$> 35 MPa, Ev2/Ev1<2.4, Sz=100%, Ms = 25 MPa | - |

Модул деформације и модул стишљивости за завршни слој је исти као за слој од невезаног агрегата 0/31.5 mm дебљине 15 cm, јер је дебљина завршног слоја мала да би се осетила промена вредности у модулима.

## 7.6 Избор коловозних конструкција

### 7.6.1 Усвојена коловозна конструкција на прилазним конструкцијама мосту, за тешко саобраћајно оптерећење

**У могућем усеку/локалном материјалу пре почетка рампи:**

| Врста слоја | Материјал | Дебљина (cm) |
|---|---|---|
| Хабајући слој | AC 11, surf, PmB 45/80-65 (AB11s) | 5.0 |
| Битуменизирани носећи слој | AC 22, base, B 50/70 (BNS 22s (A)) | 9.0 |
| Носећи слој | NA 0/31.5 mm, CBR>80%, Sz=100%, $E_{V2}$≥120MPa, $E_{V2}/E_{V1}$≤2.4, Ms = 85 MPa | 20.0 |
| Доњи носећи слој | NA 0/45 mm (0/63 mm), CBR>80%, Sz=100%, $E_{V2}$≥80MPa, $E_{V2}/E_{V1}$≤2.4, Ms = 55 MPa | 25.0 |
| Постељица | Рефулисани (мајдански) песак, CBR>7%, min $E_{v2}$> 70 MPa, Ev2/Ev1<2.3, Sz=100%, Ms = 50 MPa | min. 30.0 |
| Насип | Рефулисани (мајдански) песак, CBR>7%, Sz=100% | променљиво |
| Подтло | Геотекстил | - |

**На насипу рампи:**

| Врста слоја | Материјал | Дебљина (cm) |
|---|---|---|
| Хабајући слој | AC 11, surf, PmB 45/80-65 (AB11s) | 5.0 |
| Битуменизирани носећи слој | AC 22, base, B 50/70 (BNS 22s (A)) | 9.0 |
| Носећи слој | NA 0/31.5 mm, CBR>80%, Sz=100%, $E_{V2}$≥120MPa, $E_{V2}/E_{V1}$≤2.4, Ms = 85 MPa | 20.0 |
| Доњи носећи слој | NA 0/45 mm (0/63 mm), CBR>80%, Sz=100%, $E_{V2}$≥80MPa, $E_{V2}/E_{V1}$≤2.4, Ms = 55 MPa | 25.0 |
| Постељица | Рефулисани (мајдански) песак, CBR>7%, min $E_{v2}$> 70 MPa, Ev2/Ev1<2.3, Sz=100%, Ms = 50 MPa | min. 30.0 |
| Насип | Рефулисани (мајдански) песак, CBR>7%, Sz=100% | променљиво |
| Подтло | Геотекстил | - |

### 7.6.2 Усвојена коловозна конструкција на општинском путу који се прикључује, према одобреном Идејном пројекту

| Врста слоја | Материјал | Дебљина (cm) |
|---|---|---|
| Хабајући слој | AC 11, surf, B 50/70 (AB11) | 4.0 |
| Носећи слој | AC 22, base, B 50/70 (BNS 22 (A)) | 7.0 |
| Доњи носећи слој | NA 0/31.5 mm, CBR>80%, Sz=100%, $E_{V2}$≥120MPa, $E_{V2}/E_{V1}$≤2.4, Ms = 85 MPa | 15.0 |
| Тампон | NA 0/45 mm (0/63 mm), CBR>40%, Sz=100%, $E_{V2}$≥90MPa, $E_{V2}/E_{V1}$≤2.4, Ms = 65 MPa | 25.0 |
| Постељица | Рефулисани (мајдански) песак, CBR>7%, min $E_{v2}$> 70 MPa, Ev2/Ev1<2.5, Sz=100%, Ms = 50 MPa | min. 30.0 |
| Насип | Рефулисани (мајдански) песак, CBR>7%, Sz=100% | променљиво |
| Подтло | Геотекстил | - |

### 7.6.3 Усвојена коловозна конструкција за приступ ТК објекту, према одобреном Идејном пројекту

| Врста слоја | Материјал | Дебљина (cm) |
|---|---|---|
| Хабајући слој | AC 11, surf, B 50/70 (AB11) | 4.0 |
| Носећи слој | AC 22, base, B 50/70 (BNS 22 (A)) | 6.0 |
| Доњи носећи слој | NA 0/31.5 mm, CBR>80%, Sz=100%, $E_{V2}$≥120MPa, $E_{V2}/E_{V1}$≤2.4, Ms = 85 MPa | 15.0 |
| Тампон | NA 0/45 mm (0/63 mm), CBR>40%, Sz=100%, $E_{V2}$≥90MPa, $E_{V2}/E_{V1}$≤2.4, Ms = 65 MPa | 20.0 |
| Постељица | Рефуловани (мајдански) песак, CBR>7%, min $E_{v2}$> 70 MPa, Ev2/Ev1<2.4, Sz=100%, Ms = 50 MPa | min. 30.0 |
| Насип | Рефуловани (мајдански) песак, CBR>7%, Sz=100% | променљиво |
| Подтло | Геотекстил | - |

### 7.6.4 Усвојена коловозна конструкција на серевисном некатегорисаном путу без застора

| Врста слоја | Материјал | Дебљина (cm) |
|---|---|---|
| Завршни слој | DKA 0/8 mm, CBR>80%, Sz=100%, $E_{V2}$≥100MPa, $E_{V2}/E_{V1}$≤2.4, Ms = 70 MPa | 3.0 |
| Доњи носећи слој | NA 0/31.5 mm, CBR>80%, Sz=100%, $E_{V2}$≥100MPa, $E_{V2}/E_{V1}$≤2.4, Ms = 70 MPa | 15.0 |
| Тампон | NA 0/45 mm (0/63 mm), CBR>40%, Sz=100%, $E_{V2}$≥80MPa, $E_{V2}/E_{V1}$≤2.4, Ms = 55 MPa | 25.0 |
| Постељица | Локални материјал, CBR>3%, min $E_{v2}$> 35 MPa, Ev2/Ev1<2.4, Sz=100%, Ms = 25 MPa | - |

### 7.6.5 Усвојена коловозна конструкција на мосту

| Врста слоја | Материјал | Дебљина (cm) |
|---|---|---|
| Хабајући слој | AC 11, surf, PmB 45/80-65 (AB11s) | 4.0 |
| Слој за заштиту хидроизолације | AC 11, base, PmB 45/80-65 (AB11s) | 3.0 |
| Слој хидроизолације | Хидроизолација | ~ 1.0 |
| Мостовска конструкција | Бетонска мостовска плоча | - |

Београд 04. 2021.

Бојан Ратковић, дип. инж. грађ.

# 2/3.1.19.2.6 НУМЕРИЧКА ДОКУМЕНТАЦИЈА

# ПРИЛОГ 1-1, ПРОРАЧУН КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ ЗА ТЕШКО САОБРАЋАЈНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Td = | 530.22 | st.os. (80kN) | | | | |
| 365*Td = | 193531 | st.os. (80kN) | | | | |
| projektni period: | | | | | | |
| n = | 20 | god. | | | | |
| r = | 0.0101 | | | | | |
| q = | 22.04 | | | | | |
| GESO = | 4.27E+06 | st.os. (80kN) | | | | |
| PO smeru = | 2.13E+06 | st.os. (80kN) | | Tu = | 2,132,760.25 | st.os. |
| proracun | | | | | | |
| log Tu = | 6.341204392 | st.os. (80kN) | | Tu = | 2,193,837.18 | st.os. |
| SNpot = | 9.25 | | | | | |
| Gt = | -0.201 | | | | | |
| S = | 5.314 | **indeks nosivosti tla** | | | | |
| R = | 2 | | | | | |
| CBR post = | 7 | % | Eo = | 72.39 | MPa | |
| po = | 4.2 | | | | | |
| pt = | 2.5 | | | | | |

debljina bitumenom vezanih slojeva

| | | |
|---|---|---|
| TIP I | | |
| log da = | 1.124 | |
| da = | 13.30 | cm |

strukturni broj bitumenom vezanih slojeva

| | | |
|---|---|---|
| ar = | 0.38 | |
| SN1pot = | 5.05 | cm |

asfalt beton: AB 11

usvojeno: d ab = 5.0 cm

a1 = 0.41

bitumenizirani noseci sloj:

$d_{BNS}$ = 8.6 cm

usvojeno: $d_{BNS}$ = 9.0 cm

a2 = 0.38

indeks debljine - strukturni broj bitumenom vezanih slojeva:

SN1* = 5.47 cm

ukupna debljina nosecih slojeva

SNpot - SN1* < $\Sigma a_и d_и$ SNpot - SN1* = 5.88

$\Sigma a_и d_и$ = 6.30

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $a_{NA}$ = | 0.14 | $d_{NA}$ = | 20 | cm | dka 0/31 |
| $a_{tamp}$ = | 0.14 | $d_{tamp}$ = | 25 | cm | dka 0/63 |

Strukturni broj dimenzionisane kolovozne konstrukcије je:

SNstv = 11.77 cm

Potrebni strukturni broj je:

SNpot = 11.35 cm SNstv>SNpot

# BISAR 3.0 - Block Report

## NS-SU, drzavni put II A, br. 100

### System 1: NS-SU, drzavni put II A, br. 100

### Structure

| Layer Number | Thickness (m) | Modulus of Elasticity (MPa) | Poisson's Ratio |
|---|---|---|---|
| 1 | 0.050 | 3.900E+03 | 0.35 |
| 2 | 0.090 | 6.030E+03 | 0.35 |
| 3 | 0.200 | 3.700E+02 | 0.35 |
| 4 | 0.250 | 1.700E+02 | 0.35 |
| 5 | | 7.000E+01 | 0.35 |

### Loads

| Load Number | Vertical Load (kN) | Vertical Stress (MPa) | Horizontal (Shear) Load (kN) | Horizontal (Shear) Stress (MPa) | Radius (m) | X-Coord (m) | Y-Coord (m) | Shear Angle (Degrees) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2.000E+01 | 5.774E-01 | 0.000E+00 | 0.000E+00 | 1.050E-01 | 0.000E+00 | -1.575E-01 | 0.000E+00 |
| 2 | 2.000E+01 | 5.774E-01 | 0.000E+00 | 0.000E+00 | 1.050E-01 | 0.000E+00 | 1.575E-01 | 0.000E+00 |

| Position Number | Layer Number | X-Coord (m) | Y-Coord (m) | Depth (m) | Stresses XX (MPa) | Stresses YY (MPa) | Stresses ZZ (MPa) | Strains XX μstrain | Strains YY μstrain | Strains ZZ μstrain | Displacements UX (μm) | Displacements UY (μm) | Displacements UZ (μm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 0.000E+00 | 0.000E+00 | 5.000E-02 | -2.854E-01 | -2.950E-01 | -3.477E-02 | -4.358E+01 | -4.692E+01 | 4.318E+01 | 0.000E+00 | 0.000E+00 | 3.555E+02 |
| 2 | 1 | 0.000E+00 | -1.575E-01 | 5.000E-02 | -4.620E-01 | -4.214E-01 | -4.838E-01 | -3.722E+01 | -2.317E+01 | -4.477E+01 | 0.000E+00 | 4.826E+00 | 3.503E+02 |
| 3 | 2 | 0.000E+00 | 0.000E+00 | 1.400E-01 | 8.073E-01 | 4.056E-01 | -9.064E-02 | 1.156E+02 | 2.567E+01 | -8.543E+01 | 0.000E+00 | 0.000E+00 | 3.535E+02 |
| 4 | 2 | 0.000E+00 | -1.575E-01 | 1.400E-01 | 9.319E-01 | 7.592E-01 | -1.063E-01 | 1.166E+02 | 7.798E+01 | -1.158E+02 | 0.000E+00 | -8.367E+00 | 3.449E+02 |
| 5 | 3 | 0.000E+00 | 0.000E+00 | 3.400E-01 | 4.564E-02 | 3.771E-02 | -3.955E-02 | 1.251E+02 | 9.616E+01 | -1.857E+02 | 0.000E+00 | 0.000E+00 | 3.136E+02 |
| 6 | 3 | 0.000E+00 | -1.575E-01 | 3.400E-01 | 4.254E-02 | 3.395E-02 | -3.651E-02 | 1.174E+02 | 8.606E+01 | -1.710E+02 | 0.000E+00 | -1.468E+01 | 3.044E+02 |
| 7 | 4 | 0.000E+00 | 0.000E+00 | 5.900E-01 | 1.811E-02 | 1.674E-02 | -1.751E-02 | 1.081E+02 | 9.726E+01 | -1.748E+02 | 0.000E+00 | 0.000E+00 | 2.629E+02 |
| 8 | 4 | 0.000E+00 | -1.575E-01 | 5.900E-01 | 1.714E-02 | 1.506E-02 | -1.655E-02 | 1.039E+02 | 8.736E+01 | -1.636E+02 | 0.000E+00 | -1.479E+01 | 2.575E+02 |

# ПРИЛОГ 2, ПРОРАЧУН КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ ЗА ОПШТИНСКИ ПУТ

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Td = | 165.87 | st.os. (80kN) | | | | |
| 365*Td = | 60544 | st.os. (80kN) | | | | |
| projektni period: | | | | | | |
| n = | 20 | god. | | | | |
| r = | 0.015 | | | | | |
| q = | 23.12 | | | | | |
| GESO = | 1.40E+06 | st.os. (80kN) | | | | |
| PO smeru = | 7.00E+05 | st.os. (80kN) | Tu = | 700,000.19 | st.os. | |
| proracun | | | | | | |
| log Tu = | 5.8569785363 | st.os. (80kN) | Tu = | 719,413.42 | st.os. | |
| SNpot = | 7.7 | | | | | |
| Gt = | -0.201 | | | | | |
| S = | 5.314 | **indeks nosivosti tla** | | | | |
| R = | 2 | | | | | |
| CBR post = | 7 | % | Eo = | 72.39 | MPa | |
| po = | 4.2 | | | | | |
| pt = | 2.5 | | | | | |

debljina bitumenom vezanih slojeva

| | | |
|---|---|---|
| TIP I | | |
| log da = | 1.018 | |
| da = | 10.42 | cm |

strukturni broj bitumenom vezanih slojeva

| | | |
|---|---|---|
| ar = | 0.38 | |
| SN1pot = | 3.96 | cm |

asfalt beton: AB 11

usvojeno: d ab = 4.0 cm

a1 = 0.41

bitumenizirani noseci sloj:

$d_{BNS}$ = 6.6 cm

usvojeno: $d_{BNS}$ = 7.0 cm

a2 = 0.38

indeks debljine - strukturni broj bitumenom vezanih slojeva:

SN1* = 4.30 cm

ukupna debljina nosecih slojeva

SNpot - SN1* < $\Sigma a_и d_и$ SNpot - SN1* = 5.24

$\Sigma a_и d_и$ = 5.60

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $a_{NA}$ = | 0.14 | $d_{NA}$ = | 15 | cm | dka 0/31 |
| $a_{tamp}$ = | 0.14 | $d_{tamp}$ = | 25 | cm | dka 0/63 |

Strukturni broj dimenzionisane kolovozne konstrukcije je:

SNstv = 9.90 cm

Potrebni strukturni broj je:

SNpot = 9.56 cm SNstv>SNpot

## ПРИЛОГ 3, ПРОРАЧУН КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ ЗА ЛАКО САОБРАЋАЈНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ, ПРИСТУП ТК ОБЈЕКТУ

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Td = | 118.48 | st.os. (80kN) | | | | |
| 365*Td = | 43249 | st.os. (80kN) | | | | |
| projektni period: | | | | | | |
| n = | 20 | god. | | | | |
| r = | 0.015 | | | | | |
| q = | 23.12 | | | | | |
| GESO = | 1.00E+06 | st.os. (80kN) | | | | |
| PO smeru = | 5.00E+05 | st.os. (80kN) | | Tu = | 500,000.13 | st.os. |
| proracun | | | | | | |
| log Tu = | 5.699389023 | st.os. (80kN) | | Tu = | 500,482.65 | st.os. |
| SNpot = | 7.25 | | | | | |
| Gt = | -0.201 | | | | | |
| S = | 5.314 | **indeks nosivosti tla** | | | | |
| R = | 2 | | | | | |
| CBR post = | 7 | % | Eo = | 72.39 | MPa | |
| po = | 4.2 | | | | | |
| pt = | 2.5 | | | | | |

debljina bitumenom vezanih slojeva

TIP I

| | | |
|---|---|---|
| log da = | 0.983 | |
| da = | 9.62 | cm |

strukturni broj bitumenom vezanih slojeva

| | | |
|---|---|---|
| ar = | 0.38 | |
| SN1pot = | 3.66 | cm |

asfalt beton: AB 11

usvojeno: d ab = 4.0 cm

a1 = 0.41

bitumenizirani noseci sloj:

$d_{BNS}$ = 5.8 cm

usvojeno: $d_{BNS}$ = 6.0 cm

a2 = 0.38

indeks debljine - strukturni broj bitumenom vezanih slojeva:

SN1* = 3.92 cm

ukupna debljina nosecih slojeva

SNpot - SN1* < $\Sigma a_и d_и$ SNpot - SN1* = 4.64

$\Sigma a_и d_и$ = 4.90

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $a_{NA}$ = | 0.14 | $d_{NA}$ = | 15 | cm | dka 0/31 |
| $a_{tamp}$ = | 0.14 | $d_{tamp}$ = | 20 | cm | dka 0/63 |

Strukturni broj dimenzionisane kolovozne konstrukcije je:

SNstv = 8.82 cm

Potrebni strukturni broj je:

SNpot = 8.56 cm SNstv>SNpot

Београд 04. 2021.

Бојан Ратковић, дип. инж. грађ.